

**DISCARICA CONSORTILE IN LOCALITA'
"CERRATINA" DI LANCIANO (CH)**
Determinazione n. DPC026/147 del 28.06.2021

**VERIFICA DELLE CAPACITA' PRESTAZIONALI
DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE**

Il tecnico:

Ing. N. Bianco



Rev.	Data	Descrizione	Responsabile di progetto	Elaborazione	Approvazione
0	Dicembre 2021	Emissione	GIC	GIC	NIB
1					
2					
3					



**CONSORZIO SERVIZI ECOLOGICI
DEL FRENTANO - LANCIANO (CH)**

CONCESSIONARIO

GESTORE



Elaborato: **3**

Scala: -

Commessa: 302-2

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI SETTORE	4
3. PACCHETTO DI CHIUSURA AUTORIZZATO.....	5
4. CONFRONTO DEL PACCHETTO DI CHIUSURA AUTORIZZATO CON IL D.LGS. 36/03 ...	6
5. PLUVIOMETRIA DELL'AREA.....	8
6. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE	12
6.1 Verifica dell'equivalenza.....	12
6.2 Verifica idraulica.....	14
7. CONCLUSIONI	17

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Serie storica dati di precipitazione.....	9
Tabella 2 – Altezze di pioggia regolarizzate secondo il metodo di Gumbel	10
Tabella 3 – Parametri a ed n per tempi di ritorno prefissati	11
Tabella 4 – Confronto capacità idrauliche strato di ghiaia e geocomposito drenante	14
Tabella 5 – Verifica idraulica geocomposito drenante	16

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Curve di possibilità pluviometrica.....	11
Figura 2 - Caratteristiche idrauliche tipiche del geocomposito drenante.....	12
Figura 3 - Schematizzazione bilancio idrico.....	15

1. PREMESSA

Con provvedimento n. DPC026/147 del 28.06.2021, il Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche della Regione Abruzzo ha determinato il rinnovo/riesame dell'A.I.A. n. 127/48 del 30.06.2009 e s.m.i. e dell'A.I.A. n. DPC026/139 del 05.07.2017, autorizzazioni relative alla discarica "Cerratina di Lanciano" e di titolarità della ECO.LAN. S.p.A.

All'art. 7 del citato provvedimento di rinnovo/riesame, rubricato "Prescrizioni", si legge testualmente:

«a) La Ditta dovrà redigere, entro sei mesi dal rilascio dell'autorizzazione:

- *Relazione di confronto tenendo conto delle modifiche introdotte dal D.lgs. 121/2020 in modo da dare evidenza della piena conformità allo stesso ...omissis...con particolare riferimento al pacchetto di chiusura previsto per la discarica;*

- *...omissis...;*

- *...omissis...;»*

Per quanto precede, nel presente elaborato sarà illustrata la rispondenza del previsto pacchetto di chiusura della discarica, definitivamente approvato con Determinazione n. DPC026/139 del 05.07.2017, con le disposizioni del D.Lgs. 36/03 e s.m.i., così come da ultimo aggiornato dal D.Lgs. 121/2020; si precisa fin d'ora che analoga verifica era stata già eseguita nell'ambito del progetto di variante non sostanziale della discarica, autorizzata con Provvedimento AIA n. 6/12 del 21.6.2012.

2. NORMATIVA DI SETTORE

Gli indirizzi normativi in materia di discariche di rifiuti sono contenuti nel Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, recentemente modificato dal Decreto legislativo 3 settembre 2020, n. 121, in attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.

Lo stesso D.Lgs. 36/03 e s.m.i. individua al punto 2 dell'Allegato 1 i criteri costruttivi e gestionali degli impianti per rifiuti non pericolosi.

Nello specifico, al punto 2.4.3 dello stesso allegato, vengono fornite le indicazioni per la realizzazione della **“copertura superficiale finale”**, sulla base delle quali sono state eseguite le analisi e le verifiche riportate nel presente elaborato.

3. PACCHETTO DI CHIUSURA AUTORIZZATO

Con Determinazione n. DPC026/139 del 05.07.2017, il Servizio Gestione dei Rifiuti della Regione Abruzzo ha approvato la variante sostanziale all'A.I.A. n. 127/48 del 30.06.2009 e s.m.i., che prevedeva il rimodellamento del profilo di chiusura finale della discarica.

Nell'ambito della "*Variante sostanziale al profilo di chiusura finale*" è stato altresì confermato il pacchetto di chiusura precedentemente autorizzato con Provvedimento A.I.A. n. 6/12 del 21.06.2012, composto dal basso verso l'alto dai seguenti strati:

- strato di regolarizzazione con funzione della corretta messa in opera degli strati sovrastanti;
- strato di 0,50 m di ghiaia per il drenaggio del gas e rottura capillare;
- geotessile di separazione a protezione dello strato drenante;
- strato di 0,50 m di argilla compattata di conducibilità idraulica inferiore a 10^{-8} m/s o con caratteristiche equivalenti come indicato dalla normativa tecnica di settore;
- geotessuto composito drenante a struttura polimerica tridimensionale per il drenaggio delle acque meteoriche;
- strato superficiale di copertura dello spessore $\geq 1,0$ m di terreno adatto allo sviluppo di specie vegetali.

Quanto sopra indicato è graficamente riportato nella *Planimetria di chiusura e particolare pacchetto di copertura superficiale finale (AII. 1)*.

4. CONFRONTO DEL PACCHETTO DI CHIUSURA AUTORIZZATO CON IL D.LGS. 36/03

Il D.Lgs. 36/03 e s.m.i., aggiornato dal D.Lgs. 121/20, disciplina al punto 2.4.3 dell'Allegato 1 le modalità costruttive della *copertura superficiale finale* di discariche per rifiuti non pericolosi. Nello specifico, come si legge al punto indicato, la copertura superficiale finale deve essere realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, almeno dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($K > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni. In ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo filtro naturale o di geotessile per prevenire eventuali intasamenti connessi al trascinamento del materiale fine dello strato superficiale di copertura;
3. strato minerale compattato dello spessore $s \geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale. Le modalità costruttive e il valore della permeabilità dello strato minerale compattato possono essere determinate mediante campo prova in situ. Lo strato minerale compattato integrato dal geosintetico di impermeabilizzazione dovrà essere protetto con un opportuno strato costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, per evitare il danneggiamento connesso agli agenti atmosferici ed ai carichi agenti durante la fase costruttiva. Lo strato minerale compattato di spessore inferiore può essere completato con materiali geosintetici di impermeabilizzazione, garantendo che nell'insieme la prestazione in termini di tempo di attraversamento della barriera sia equivalente. Particolari soluzioni progettuali nella realizzazione dello strato minerale compattato delle parti con pendenza superiore a 30°, che garantiscono comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m, a condizione che vengano approvate dall'ente territoriale competente;
4. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, con spessore maggiore o uguale a 0,5 m di idonea trasmissività e permeabilità al gas in grado di drenare nel suo piano

la portata di gas prodotta dai rifiuti. In ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo materiale naturale o sintetico;

5. strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti.

Rispetto ai vari elementi previsti dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i. nella sua versione aggiornata dal D.Lgs. 121/20, riepilogati al punto precedente, il pacchetto di chiusura autorizzato della discarica "Cerratina" di Lanciano prevede essenzialmente la sostituzione dello strato drenante in materiale granulare (spessore 0,5 m e conducibilità idraulica $k > 1 \times 10^{-5}$ m/s) con un idoneo geocomposito di drenaggio.

Il D.Lgs. 36/03 e s.m.i. prevede che, qualora si ricorra alla sostituzione del già menzionato strato di materiale granulare con un geocomposito di drenaggio, quest'ultimo dovrà avere caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero dovrà essere in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto valutata con un tempo di ritorno di almeno 30 anni.

Inoltre, in ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo filtro naturale o di geotessile per prevenire eventuali intasamenti connessi al trascinamento del materiale fine dello strato superficiale di copertura.

Nei successivi paragrafi saranno pertanto eseguite le opportune verifiche di equivalenza del geocomposito drenante, dando piena evidenza del rispetto delle disposizioni del citato D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

5. PLUVIOMETRIA DELL'AREA

Al fine di definire la portata meteorica di progetto con un tempo di ritorno di almeno 30 anni, sulla base della quale verificare le prestazioni idrauliche del geocomposito di drenaggio, è necessario procedere preliminarmente all'elaborazione delle misure pluviometriche delle piogge intense, registrate durante intervalli di tempo di ampiezza prefissata, sulla base delle quali vengono determinate "le curve di possibilità pluviometrica".

Le "curve di possibilità pluviometrica" (CPP), sono ottenute da considerazioni di tipo statistico e sono idonee ad interpretare le variabili casuali di tipo "estremo". Le CPP sono state elaborate sulla base dei dati di massima intensità di pioggia, resi disponibili dal Servizio Idrografico della Regione Abruzzo per una stazione pluviometrica prossima al sito in esame. In particolare, vista la prossimità alla discarica, sono stati elaborati i dati presenti riferiti alla stazione pluviometrica di Bomba (CH), misurati durante il periodo 1918-2010.

Nella presente verifica si è scelto di utilizzare curve di possibilità pluviometrica valide per tempi critici superiori all'ora (1, 3, 6, 12, 24 ore), dato che, per tempi inferiori all'ora, il Servizio Idrografico non fornisce dati sufficienti per l'elaborazione. Per tempi inferiori all'ora, infatti, sono riportate le altezze di massima pioggia riferite solamente ad una durata di 30 minuti.

Utilizzare le CPP significa considerare le altezze di pioggia come una variabile casuale che, quindi, deve essere stimata in relazione ad un livello di probabilità " P_{ns} " che essa ha di non essere superata, relazionandola ad un periodo di tempo T , detto tempo di ritorno, che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale precipitazione è superato.

La relazione che lega la probabilità di non superamento P_{ns} con il tempo di ritorno è la seguente:

$$P_{ns} = \frac{T-1}{T}$$

Le "curve di possibilità pluviometrica", ognuna delle quali è ottenuta in corrispondenza di un preordinato tempo di ritorno (T), descrivono la variabile casuale "massima altezza annuale di precipitazione di assegnata durata" e vengono approssimate con espressioni del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove (h) rappresenta l'altezza di una pioggia durata un periodo di tempo (t), mentre i due parametri " a " ed " n " dipendono dal tempo di ritorno assegnato, che nel caso specifico

sarà assunto pari a **30 anni**, nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

La serie storica di dati utilizzati per l'analisi pluviometrica che, come già accennato, è stata estratta dagli annali idrologici resi disponibili dal Servizio Idrografico (<https://www.regione.abruzzo.it/content/annali-idrologici>), è riportata di seguito in forma tabellare ed è rappresentata dal valore massimo annuale per le diverse durate delle altezze di pioggia espresse in mm.

Tabella 1 – Serie storica dati di precipitazione

Anno	Altezza di pioggia per diverse durate				
	1	3	6	12	24
1918					
1919					
1920					
1921					
1922					
1923					
1924					
1925					
1926					
1927					
1928					
1929					
1930	24,00	38,00	51,00		
1931	12,60	27,00	47,00	92,60	149,40
1932					
1933					
1934					
1935					
1936					
1937					
1938					
1939	31,80	34,20	44,40	78,20	120,20
1940	21,00	52,20	86,60	108,40	151,00
1941	19,00	26,00	40,00	70,00	90,00
1942	24,00	33,00	41,00	47,00	50,00
1943					
1944					
1945	20,40	29,40	36,00	40,40	56,00
1946	22,60	22,60	43,00	81,00	110,20
1947					
1948	30,00	38,00	68,00	82,20	106,60
1949					
1950	43,00	47,60	48,60	56,20	58,00
1951	22,40	50,00	69,40	82,60	83,20
1952	10,20	19,40	22,80	41,60	48,00
1953	25,00	46,00	65,00	89,80	103,80
1954	33,80	41,20	45,00	50,00	80,00
1955	38,00	53,00	78,60	136,60	163,80
1956	14,60	34,00	47,40	51,80	66,40
1957	14,60	33,00	44,20	56,80	110,00
1958	14,20	20,80	35,80	41,40	52,00
1959	22,00	28,00	45,00	74,60	93,40
1960	27,20	29,00	50,00	76,00	79,00
1961	17,00	45,20	66,00	96,80	108,80
1962	24,40	66,20	91,00	121,20	137,80
1963	20,00	33,40	39,40	58,20	69,60
1964	32,00	35,40	35,40	40,20	63,00

Anno	Altezza di pioggia per diverse durate				
	1	3	6	12	24
1965	12,00	23,40	26,80	34,80	55,00
1966	24,60	40,00	52,80	81,80	121,80
1967	31,60	54,80	72,80	73,80	75,80
1968	21,40	38,60	41,80	48,00	63,40
1969	31,20	36,20	70,00	93,00	121,40
1970	18,20	39,80	45,80	86,50	142,00
1971	9,60	15,00	24,00	34,60	67,80
1972	38,00	46,20	47,20	47,20	53,20
1973	19,00	26,40	39,60	53,20	72,20
1974	32,00	32,00	39,00	60,00	91,80
1975	18,80	32,00	42,00	61,40	63,80
1976	23,20	31,00	37,00	56,40	85,40
1977	7,40	13,40	21,00	35,40	40,00
1978					
1979					
1980	30,00	33,60	43,00	76,00	94,00
1981	20,00	35,80	35,80	36,60	47,00
1982	12,60	17,00	26,00	40,20	40,20
1983	40,40	51,80	58,60	58,60	58,60
1984	17,80	27,80	41,80	61,80	70,60
1985	15,60	20,60	28,60	53,00	60,60
1986	24,00	49,00	72,00	117,80	129,40
1987	23,60	28,40	44,00	64,20	70,60
1988	16,00	27,40	34,20	42,40	48,20
1989	10,00	21,00	33,00	54,40	67,00
1990					
1991					
1992	15,00	29,00	49,60	98,00	149,20
1993	22,00	31,20	31,80	32,00	46,00
1994	64,00	74,00	78,00	124,00	151,00
1995	23,40	39,60	41,80	41,80	50,00
1996	16,60	19,00	30,00	41,00	49,40
1997	17,40	36,00	47,00	51,60	56,40
1998	21,00	42,60	42,60	53,60	53,00
1999	20,00	36,00	40,20	55,60	63,40
2000	32,00	45,00	68,00	85,20	92,40
2001	8,80	24,20	41,40	55,00	56,20
2002	30,20	32,20	49,60	87,80	124,20
2003	58,60	70,40	70,80	102,00	185,60
2004	32,60	36,80	55,80	80,00	90,60
2005					
2006					
2007	19,20	24,40	25,00	27,00	39,60
2008	37,00	63,80	77,40	77,80	77,80
2009	31,60	42,80	49,40	62,00	94,00
2010	39,80	49,60	56,20	76,60	85,40

Per l'analisi statistica dei dati sopra riportati si è scelto di utilizzare la distribuzione di probabilità di "Gumbel", che è la più riconosciuta ed utilizzata in idrologia:

$$h_t(T) = v_t - \frac{1}{\alpha_t} \ln(\ln(p_{ns})) = v_t - \frac{1}{\alpha_t} \ln\left(\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right)$$

dove i parametri α_t e v_t sono rispettivamente:

$$\alpha_t = \frac{\sqrt{1,645}}{s}$$

$$v_t = \mu - \frac{0,5772}{\alpha}$$

e μ ed s si riferiscono alla media ed alla deviazione standard dei valori delle altezze di massima pioggia.

Una volta determinati i parametri α_t e v_t , per ogni prefissato valore del tempo di ritorno T (10, 20, 30, 40, 50, 100), si ricavano le altezze di pioggia "regolarizzate" secondo il metodo di *Gumbel*; i risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente, dove si pongono in evidenza le altezze di pioggia con tempi di ritorno pari a 30 anni, utilizzati nel caso specifico.

Tabella 2 – Altezze di pioggia regolarizzate secondo il metodo di *Gumbel*

pns	T [anni]	Altezza precipitazione per intervalli in ore $h_t(T)$ [mm]					$hT(t)$
		1	3	6	12	24	
0,900	10	38,32	53,25	69,20	99,70	131,52	$h_{10}(t)$
0,950	20	44,38	60,55	78,32	114,38	152,11	$h_{20}(t)$
0,967	30	47,87	64,76	83,56	122,83	163,96	$h_{30}(t)$
0,975	40	50,33	67,72	87,26	128,79	172,31	$h_{40}(t)$
0,980	50	52,23	70,02	90,12	133,39	178,76	$h_{50}(t)$
0,990	100	58,12	77,11	98,97	147,64	198,74	$h_{100}(t)$

Per poter conoscere la curva di possibilità pluviometrica riferita ad un determinato tempo di ritorno T è necessario stimare i due coefficienti "a" ed "n", che identificano l'andamento della funzione. Quindi, una volta rappresentati i valori di cui sopra in un campo logaritmico, i coefficienti "a" ed "n" vengono ricavati dall'equazione della curva di possibilità pluviometrica, ottenuta tramite l'interpolazione secondo il metodo dei minimi quadrati.

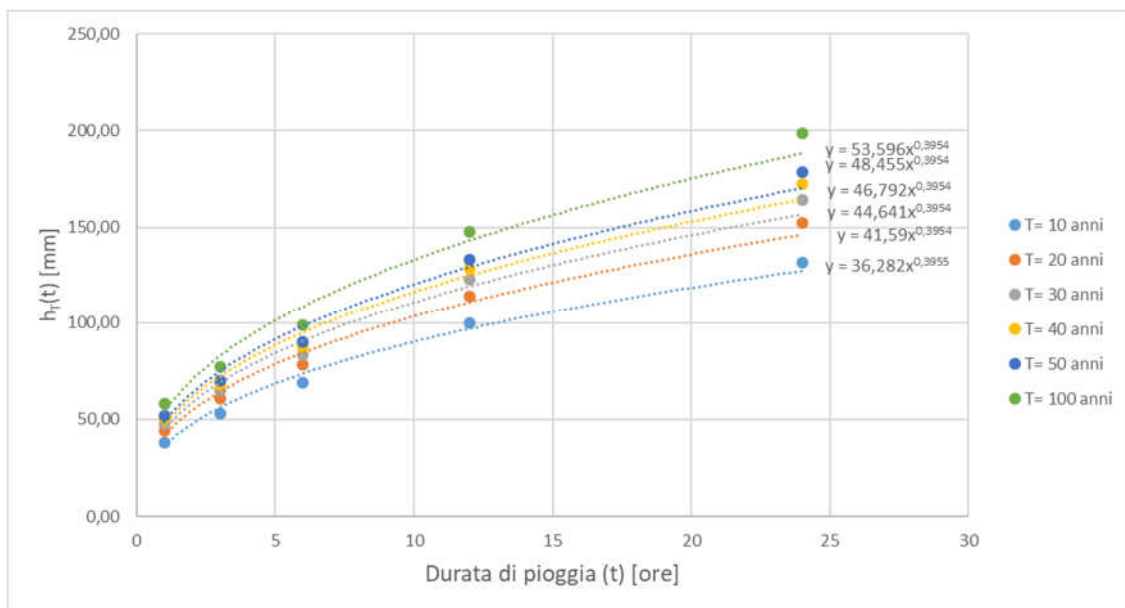


Figura 1 – Curve di possibilità pluviometrica

A fine elaborazione si ottengono i parametri “a” ed “n” per valori di tempi di ritorno prefissati. Nella tabella seguente si mettono in evidenza i parametri “a” ed “n” definiti per un tempo di ritorno di 30 anni.

Tabella 3 – Parametri a ed n per tempi di ritorno prefissati

p_{ns}	T [anni]	n	a
0,900	10	0,395	36,282
0,950	20	0,395	41,589
0,967	30	0,395	44,641
0,975	40	0,395	46,791
0,980	50	0,395	48,454
0,990	100	0,395	53,595

I parametri sopra definiti saranno utilizzati per la verifica delle prestazioni del geocomposito drenante previsto in sostituzione dello strato di 50 cm di ghiaia, nel rispetto delle disposizioni di cui al richiamato D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.

6. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE

6.1 Verifica dell'equivalenza

In linea con quanto previsto dal punto 2.4.3 dell'allegato 1 al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i., di seguito si riporta la verifica delle prestazioni idrauliche del geocomposito drenante, confrontate con quelle offerte dallo strato di ghiaia.

Ai fini del calcolo delle prestazioni idrauliche della ghiaia è stata utilizzata la seguente equazione:

$$Q_{ghiaia} = \text{portata specifica idraulica dello strato di ghiaia} = k_{ghiaia} * i * s \text{ [m}^3/\text{sm]}$$

dove:

i = gradiente idraulico [ad.]

k_{ghiaia} = permeabilità ghiaia [m/s] = $1 \cdot 10^{-3}$ m/s

t = spessore strato di ghiaia [m] = 0,50 m.

Per ciò che attiene invece al geocomposito drenante, si è fatto riferimento alla scheda tecnica di un prodotto disponibile in commercio che sarà impiegato per il previsto strato sintetico di drenaggio, di cui si riporta di seguito un grafico rappresentativo delle caratteristiche idrauliche tipiche.

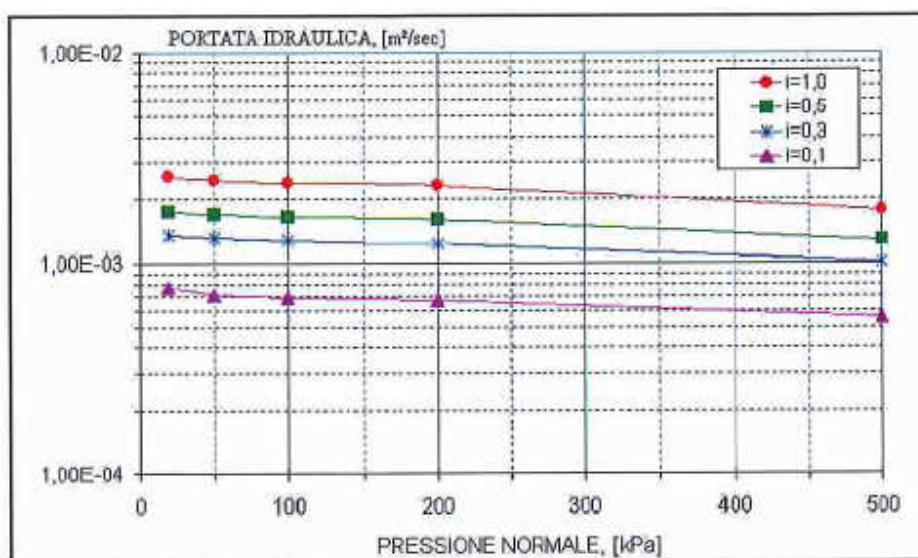


Figura 2 - Caratteristiche idrauliche tipiche del geocomposito drenante

Sulla base dei dati sperimentali sopra riportati, data una pressione normale agente stimata in 20 kPa (corrispondenti ad 1 m di terreno), è stata definita una equazione di correlazione tra la portata idraulica specifica nominale del geocomposito drenante ed il gradiente idraulico, di seguito riportata:

$Q_{GCD} = 2,4456 \cdot i^{0,5213}$ (formula di interpolazione in funzione del gradiente idraulico i) [l/sm].

Valutata la portata idraulica specifica nominale del geocomposito drenante, si è proceduto al calcolo del valore ammissibile a lungo termine, tenendo conto di opportuni fattori di riduzione della capacità drenante nel tempo.

A tal proposito sono stati considerati gli approcci di calcolo suggeriti per geocompositi drenanti nelle seguenti pubblicazioni scientifiche:

- *Hydraulic Design of Geosynthetic and Granular Liquid Collection Layers* - J.P. Giroud, J.G. Zornberg, A. Zhao (2000);
- *GRI Standard GC8 – Determination of the Allowable Flow Rate of a Drainage Geocomposite* - Geosynthetics Research Institute (GRI) (2001).

Quindi, in via del tutto cautelativa, nell'ipotesi di adottare un geocomposito drenante dotato di anima drenante ed un geotessile di protezione su entrambe le facciate, sono stati adottati i seguenti fattori di riduzione della capacità drenante nel tempo:

- $RF_{in}=1,30$ – Fattore di riduzione per intrusione del geotessile all'interno dell'anima drenante;
- $RF_{cr}=1,20$ – Fattore di riduzione per le deformazioni di creep subite, nel tempo, dalla rete drenante;
- $RF_{bc}=1,50$ – Fattore di riduzione per intrusione di materiale biologico o per intrusione della frazione più fine del terreno di copertura;
- $RF_{cc}=1,20$ – Fattore di riduzione per intasamento chimico della rete drenante.

Risulta dunque che per il geocomposito drenante la portata ammissibile a lungo termine è data dalla seguente formula:

$$Q_{GCD,amm,lt} = \frac{Q_{GCD,nom}}{RF_{in}RF_{cr}RF_{bc}RF_{cc}}$$

La verifica di equivalenza delle capacità idrauliche dello strato di ghiaia e del geocomposito drenante, riportata nella tabella seguente, è stata eseguita definendo il gradiente idraulico medio i per ognuno dei *bacini* individuati sull'invaso, graficamente riportati nell'elaborato grafico allegato alla presente relazione (**Al. 1**).

Tabella 4 – Confronto capacità idrauliche strato di ghiaia e geocomposito drenante

Bacino	L' [m]	H _m [m]	i [H _m /L] [m/m]	Q _{ghiaia}		Q _{GCD}			F _s Q _{GCD,amm,lt} /Q _{ghiaia}
				[mc/(s*m)]	[l/(s*m)]	Q _{GCD,nom} [l/(s*m)]	RF [RF _{IN} *RF _{CR} *RF _{BC} *RF _{CC}]	Q _{GCD,amm,lt} [l/(s*m)]	
1-2	219	24,8	0,11	5,66E-05	0,057	0,786	2,81	0,28	4,94
3-2	191	25,3	0,13	6,62E-05	0,066	0,853	2,81	0,30	4,58
3-4	186	24,8	0,13	6,67E-05	0,067	0,855	2,81	0,30	4,57
5-4	186	24,8	0,13	6,67E-05	0,067	0,855	2,81	0,30	4,57
5-6	217	24,3	0,11	5,60E-05	0,056	0,781	2,81	0,28	4,97
1-6	181	24,8	0,14	6,85E-05	0,069	0,868	2,81	0,31	4,51

Dalla tabella si rileva che il geocomposito drenante (GCD), tenuto conto dei fattori riduttivi sopra illustrati, ha una capacità drenante nettamente superiore allo strato di ghiaia, così come chiaramente deducibile dai valori assunti dal fattore di sicurezza FS.

6.2 Verifica idraulica

Oltre al calcolo dell'equivalenza sopra riportata, il D.Lgs. 36/03 e s.m.i. prevede che il geocomposito drenante sia *“in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica in progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni”*.

Con riferimento a tale aspetto, come già anticipato al capitolo *PLUVIOMETRIA DELL'AREA*, si è provveduto preliminarmente alla ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica, per le quali sono stati elaborati i dati di precipitazione desunti dagli annali idrologici resi disponibili dal Servizio Idrografico della Regione Abruzzo

Nello specifico, per un tempo di ritorno T_R pari a 30 anni, sono stati calcolati i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

- a = 44,641;
- n = 0,395.

Attraverso la correlazione $h = a * t^n$, le curve di possibilità pluviometrica forniscono l'altezza di pioggia h [mm] in funzione della durata dell'evento t [ore].

In particolare, ai fini della verifica richiesta dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i., si è ritenuto opportuno calcolare, in via cautelativa, l'altezza di precipitazione relativa ad eventi meteorici intensi e di lunga durata: sono questi infatti gli eventi meteorici critici, ovvero quelli che generalmente cimentano le opere di scarico delle acque di ruscellamento superficiale. Quindi, ricorrendo alla correlazione precedentemente esposta, si è ottenuta l'altezza di precipitazione relativa ad un evento meteorico assunto, in via cautelativa, della durata di 24 ore:

$$h = a * t^n = 44,641 * 24^{0,395} = 156,65 \text{ mm}$$

A partire dall'altezza di precipitazione calcolata è possibile procedere al calcolo della portata unitaria di deflusso da drenare giornalmente; tuttavia è necessario preliminarmente fare alcune considerazioni.

È bene evidenziare, infatti, che il flusso idrico costituito dalle acque meteoriche che investono la superficie della discarica (P), come schematizzato nella **Figura 3**, nelle condizioni di discarica chiusa è soggetto ai seguenti fenomeni:

- ruscellamento superficiale (R_s), attraverso il quale parte delle acque meteoriche si allontanano dalla superficie della discarica;
- deflusso ipodermico, anche noto come deflusso sottosuperficiale che avviene attraverso il geocomposito drenante (R_{GCD});
- evapotraspirazione (ET), attraverso la quale parte delle acque meteoriche tornano in atmosfera;
- infiltrazione (I), attraverso la quale l'acqua piovana si infila nel volume di rifiuti.

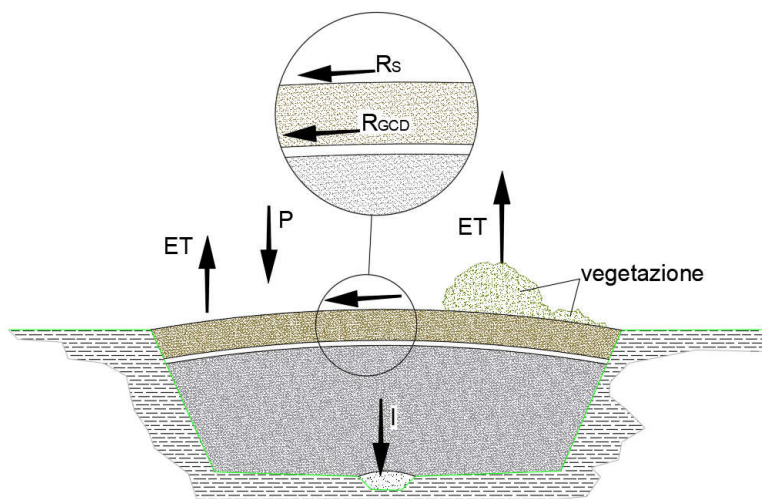


Figura 3 - Schematizzazione bilancio idrico

Il bilancio idrico in termini di portate, per effetto dei fenomeni sopra indicati, può essere sintetizzato nella seguente equazione:

$$Q_P - Q_{RS} - Q_{GCD} - Q_{ET} - Q_I = 0$$

dove:

Q_P = portata di pioggia

Q_{RS} = portata di ruscellamento superficiale

Q_{RGCD} = portata di deflusso ipodermico (che avviene attraverso il geocomposito drenante)

Q_{ET} = portata di evapotraspirazione

Q_I = portata di infiltrazione.

Sulla base dei dati desumibili in letteratura specifica si assume che, in condizioni di scarica completamente chiusa e sistemata, la percentuale di acque meteoriche allontanata per mezzo del ruscellamento (Q_{RS}) e del deflusso ipodermico ($Q_{R_{GCD}}$) sia variabile tra il 35% ed il 40% della portata di pioggia Q_P .

$$Q_{RS} + Q_{R_{GCD}} = Q_P - Q_I - Q_{ET} \approx 35 \div 40\% Q_P$$

Ai fini della verifica idraulica del geocomposito drenante si assume, in via cautelativa, che l'intera componente idrica soggetta a ruscellamento superficiale (Q_{RS}) e deflusso ipodermico ($Q_{R_{GCD}}$) venga allontanata per mezzo del geocomposito drenante, installato in sostituzione dello strato di ghiaia dello spessore di 0,50 m.

Nella tabella seguente sono esposti i risultati di tale verifica eseguita per singolo bacino di riferimento individuato sull'invaso, come riportato nell'allegato 1.

Tabella 5 – Verifica idraulica geocomposito drenante

Dati	Bacino di riferimento vaso					
	1-2	3-2	3-4	5-4	5-6	1-6
Durata evento meteorico [h]	24	24	24	24	24	24
Altezza precipitazione [mm/giorno]	156,65	156,65	156,65	156,65	156,65	156,65
Aliquota drenata dal geocomposito drenante [%]	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Portata unitaria giornaliera di deflusso da drenare [$m^3 / (giorno \cdot m^2)$]	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
Portata unitaria istantanea di deflusso da drenare [$m^3 / (s \cdot m^2)$]	7,25E-07	7,25E-07	7,25E-07	7,25E-07	7,25E-07	7,25E-07
Lunghezza di drenaggio [m]	219	191	186	186	217	181
Portata unitaria istantanea di deflusso da drenare Q_{TR} [$m^3 / (s \cdot m)$]	1,59E-04	1,39E-04	1,35E-04	1,35E-04	1,57E-04	1,31E-04
Portata unitaria istantanea di deflusso da drenare Q_{TR} [l/(s·m)]	0,16	0,14	0,13	0,13	0,16	0,13
Portata ammissibile geocomposito drenante $Q_{GCD,amm,lt}$ [l/(s·m)]	0,28	0,30	0,30	0,30	0,28	0,31
Fs	1,76	2,19	2,26	2,26	1,77	2,35

Dalla tabella si evince che la portata ammissibile drenabile a lungo termine dal geocomposito drenante $Q_{GCD,amm,lt}$ in ogni singolo bacino di riferimento risulta maggiore della massima portata unitaria istantanea di deflusso Q_{TR} (valutata, come anticipato, sulla base di precipitazioni intense della durata di 24 h e con tempi di ritorno pari a 30 anni), conservando degli adeguati fattori di sicurezza.

Inoltre, è bene ribadire che nel calcolo dei fattori di sicurezza F_s si è tenuto conto della ipotetica riduzione nel tempo delle prestazioni idrauliche del geocomposito drenante GCD, adottando quindi una "Portata ammissibile geocomposito drenante $Q_{GCD,amm,lt}$ " già cautelativamente diminuita mediante opportuni fattori di riduzione.

7. CONCLUSIONI

In ottemperanza alla prescrizione formula dall'Autorità Competente all'art. 7 della citata Determinazione n. DPC026/147 del 28.06.2021, nel presente elaborato è stato eseguito il confronto tra il pacchetto di chiusura della discarica approvato e le disposizioni del D.Lgs. 36/03 e s.m.i., così come recentemente aggiornato dal D.Lgs. 121/20,

In particolare, dalle verifiche condotte si evince che le prestazioni idrauliche del geocomposito drenante GCD sono nettamente superiori a quelle dello strato di ghiaia, così come si desume dai valori assunti dal fattore di sicurezza F_s indicati in **Tabella 4**.

Si è quindi proceduto ad accertare che il GCD sia in grado di *“drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni”*, come disposto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

Preliminarmente, sulla base dei dati pluviometrici resi disponibili dal Servizio Idrografico regionale, sono state calcolate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), a partire dalle quali è stata valutata l'altezza di precipitazione relativa ad un evento meteorico intenso e lunga durata (24 h), avente un tempo di ritorno T_R pari a 30 anni.

È stata quindi eseguita la verifica della capacità di drenaggio del geocomposito nei confronti della portata meteorica di progetto, quest'ultima calcolata sulla base di detti eventi meteorici, rilevando, come indicato in **Tabella 5**, degli adeguati fattori di sicurezza.

Per quanto sopra esposto, è possibile asserire che il geocomposito di drenaggio, previsto in sostituzione dello strato di ghiaia dello spessore di 0,5 m con permeabilità $k > 10^{-5}$ m/s, risulta pienamente rispondente ai requisiti prestazionali previsti dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i., come recentemente modificato dal D.Lgs. 121/20.



All. 1 - Planimetria di chiusura e particolare pacchetto di copertura superficiale finale



Sede operativa: S.P. Pedemontana - Loc. "Carratino" Lanciano (CH)
Sede legale: Via Arco della Posta - Lanciano (CH)

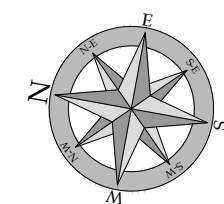
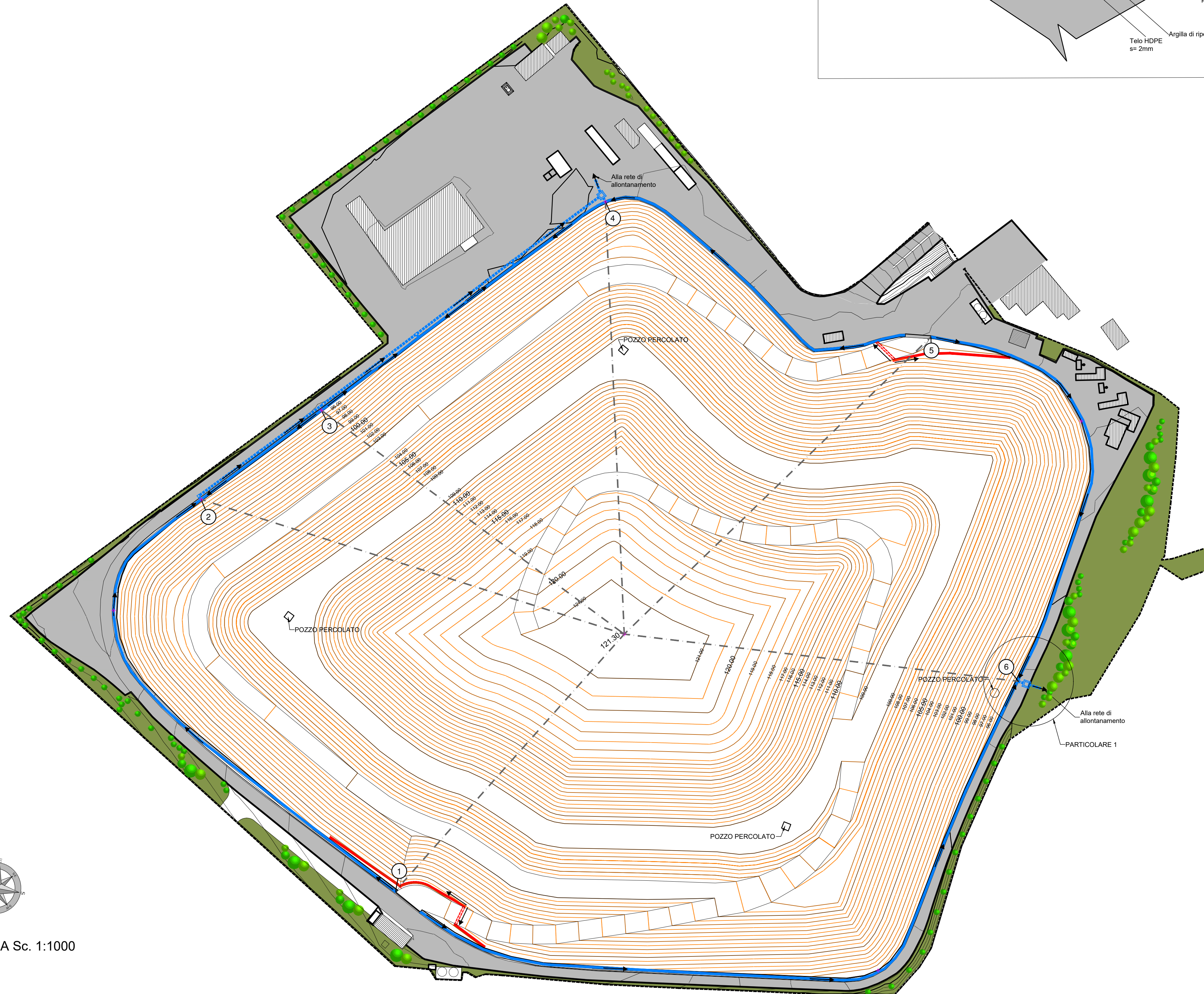
PLANIMETRIA DI CHIUSURA E PARTICOLARE PACCHETTO DI COPERTURA SUPERFICIALE FINALE



CONSORZIO SERVIZI ECOLOGICI
DEL PRENTANO - LANCIANO (CH)

CONCESSIONARIO

GESTORE



PLANIMETRIA Sc. 1:1000

PARTICOLARE 1

